

## A foszfor hatása a talajra és az őszi búza termésére

DEBRECZENI BÉLA és DVORACSEK MIKLÓS

Agrártudományi Egyetem, Keszthely

A foszforprobléma úgy tűnik változatlanul fontos helyet foglal el az agrokémiai, talajtani és növénytermesztési kutatásokban. Ennek oka, hogy a foszfor növény táplálkozás-élettani szerepe, a talajok P-forgalma, valamint a talaj és P-műtrágyák közötti kölcsönhatásokat meghatározó folyamatok számossága vonatkozása még kevésbé ismert. Hazai kutatóink közül a P-vizsgálati módszerek értékelésével, a talajok P-állapotának átfogó tanulmányozásával SARKADI és munkatársai /1987/, FÜLEKY /1983/, FÜLEKY és THAMMÉ /1980/, CSERNI /1983/, BARANYAI és munkatársai /1987/ és mások foglalkoztak, a műtrágyázás hatását befolyásoló talaj- és agrotechnikai tényezőket SARKADI /1975/, KÁDÁR és munkatársai /1984, 1987/, DEBRECZENI /1984/ és mások tanulmányozták. A rendszeres P-műtrágyázás hatását a talajok ammóniumlaktát-oldható P-mennyiségének változására, az általunk is felhasznált műtrágyázási tartamkísérletek első tíz évében LÁNG /1979/ dolgozta fel. A foszfor-probléma fontosságára utalt a CIEC /Nemzetközi Műtrágyázási Szövetség/ IX. Műtrágyázási Világkongresszusa /Budapest/ is, hiszen a P-szekcióban 21 előadásban számoltak be az új eredményekről /DEBRECZENI, 1984/.

E tanulmányban azt mutatjuk be, hogy a felhasznált és a talajban visszamaradó P-műtrágya-hatóanyag milyen mértékben növeli a talaj AL-oldható P-tartalmát és a megnövekedett talaj-P milyen hatással van az újonnan alkalmazott P-műtrágya terméshatására, különböző talajtípusokon.

Az irodalmi adatokból megállapítható, hogy a talajban lévő szervetlen foszfátvegyületek mennyisége és megoszlása a talaj pH-jával és  $\text{CaCO}_3$ -tartalmával van összefüggésben /FÜLEKY, 1983/. A szuperfoszfát kalcium-dihidrogén-foszfát vegyületeinek átalakulás-termékei és egy adott oldószerrel visszamérhető mennyisége szintén a talaj pH-ja, ill.  $\text{CaCO}_3$ -tartalmának függvénye.

A  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  kémiai átalakulása semleges és lúgos talajokon zömében di- és trikálcium-foszfátok képződéséhez vezet attól függően, hogy milyen mennyiségű  $\text{CaHCO}_3$  vagy kicserélhető  $\text{Ca}^{2+}$  található a talajban. A telítetlen, savanyú szeszkvioxidokban gazdag talajokban a talaj folyadékfázisában is előfordulnak  $\text{Fe}^{3+}$ - és  $\text{Al}^{3+}$ -ionok, amelyek a talajba vitt foszfátionokkal kicsapódnak  $\text{FePO}_4$ , ill.  $\text{AlPO}_4$  képződése közben. Az átalakulás-termékek - mint nehezebben oldódó P-vegyületek - a növények számára kevésbé felvehetőek.

A P-műtrágyák lekötődését a talajok kötöttsége, az agyagásványok minősége, valamint P-tartalma is befolyásolja. Foszforban szegény talajokon,

vagy 1:1 típusú agyagokon kifejezettebb a P-fixáció, mint a nagy P-tartalmú talajokon, vagy a 2:1 típusú agyagokon. Másiképpen, minél jobban telített valamely talaj eredetileg foszforral és az  $R_2O_3:P_2O_5$  aránya szűk, annál kevesebb P-megkötődésre van lehetőség, és megfordítva.

A P-műtrágyázás hatékonyságának általános agrokémiai alapja a talaj P-ellátottságának mértéke. Ebből adódóan a szaktanácsadás során talajvizsgálatokkal, a talajok könnyen oldható P-ellátottságának ill. -hasznosulásának minél pontosabb becslésére törekszünk, hogy a várható P-trágyahatást prognosztizáljuk. Ismeretes az a tény is, hogy a P-műtrágyák hatékonysága a talaj reakcióállapotának is függvénye: az 5,5-6,5 pH /KCl/-tartomány a legkedvezőbb a talajban létrejött P-formák felvehetősége ill. oldhatósága szempontjából. Mind a túl meszes, mind a túl savanyú talajokon a P-műtrágyák hatékonyságának csökkenésével számolhatunk.

A megkötődési folyamatok nyilvánvaló következménye, hogy a felhasznált műtrágyából a növény első évben csak kis részben /10-20 %/ jut felvehető tápanyaghoz. Ez azt is jelenti, hogy a műtrágya hatóanyagának 80-90 %-a a talajban marad az eredetitől eltérő formában, aminek aránya attól is függ, hogy mennyivel haladta meg az alkalmazott mennyiség a növények P-igényét, illetve a tervezett termés P-szükségletét. Fontos kérdés, hogy a talajban visszamaradó P-műtrágya hatóanyag, amely a talaj P-tartalmát növeli, milyen hatással van az újonnan alkalmazott P-műtrágya hatékonyságára. Számos nemzetközi tartamkísérlet tanúsítja a P-műtrágyák sokéves utóhatását. COOKE /1985/ 80 éves utóhatás eredményeiről számolt be. A Rothamstedt-ben 1882 és 1901 között felhasznált P-műtrágya maradékát 1980-ban is megtalálták többlet árpatermésben mérve. Becslések szerint a műtrágyaként adagolt foszfor teljes mennyiségét felveszik a növények sok év alatt, bár a folyamat lassú és nem irányítható. Gyakran megállapítják azt is, hogy a P-műtrágyával feltöltött talajok nagyobb termést adnak, mert a visszamaradt foszfor jobban hasznosul, mint a frissen adott szuperfoszfát P-tartalma. A feltöltés mértéke, illetve a talaj oldható P-tartalmának 1 ppm-mel való emeléséhez szükséges műtrágyamennyiség a korábban említett talajtulajdonságok függvénye, a feltöltés időtartama viszont attól függ, hogy milyen az adott ország, vagy az adott vállalat gazdasági állapota. COOKE /1985/ szerint, ha a döntés megszületett a feltöltésre, lényeges a gyors cselekvés, vagyis az egy-szeri nagyadag alkalmazása minél olcsóbb műtrágyával, mert távlatilag az is hatékony lesz. Ezt követően a P-műtrágyázás célja a növények P-igényének kielégítése, ami számos esetben lokális eljárással is történhet. LÁNG /1979/, ökonómiai és népgazdasági mérlegelést is figyelembe véve, a fokozatos feltöltést javasolja. Megállapítása ma is érvényes.

A hazai szaktanácsadás a rendszeres talaj P-vizsgálatok /AL-oldható P/ eredményére és a P-mérleg elvére épül. A MFM NAK /MFM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ/ talajvizsgálati eredményei szerint 1982-1985 évekre vonatkozóan 3,8 millió hektár szántó átlagában a talajok P-ellátottságának - az 1988-ban módosított határértékek szerint - területi megoszlása a termőhelyi kategóriák átlagában a következő: 115 ppm alatt /gyenge, igen gyenge/ 25 %; 116-155 ppm között /közepes/ 25 %; 156-200 ppm között /megfelelő/ 23 %, és 201 ppm felett /jó, sok/ 31 %. A mezőgazdaságilag hasznosított területre vonatkoztatva a kép várhatóan kedvezőtlenebb.

Az országos P-mérleg egyenlege DEBRECZENI /1988/ adatai szerint 1970 óta meghaladja a 170 %-ot, illetve mintegy 30 kg  $P_2O_5$ /ha/év többlettel gazdagodtak talajaink. KÁDÁR /1987/ 220 %-os intenzitást, ill. 46 kg  $P_2O_5$ -többletet mutat ki hektáronként 1984-re. A talajok P-feltöltésének folyamata tehát a termés tápanyagigényét meghaladó mennyiségű felhasználás esetén áll fenn. Fontos kérdés, hogy mi az az elérendő vagy kilégítő felvehető P-szint a talajban, aminél egyrészt a növénytermelés biztonságos, másrészt a P-műtrágyázás temésfokozó hatása már mérsékelt vagy elmarad, amihez az

ellátottság határértékeit viszonyítani lehet. A mai szaktanácsadási irányelvek /MFM NAK, 1987/ a foszforral gyengén ellátott talajokon túltrágyázást, a "jó", ill. "igen jó" /"sok"/ ellátottságnál fenntartó P-trágyázást javasolnak. Sajnos a mai gyakorlat - az őszi búza, a kukorica üzemi termesztési felmérése szerint - a jól ellátott talajokon esetenként túltrágyázást folytat, vagyis az ellátottság alapján nem megfelelő irányban differenciál: őszi búzánaál /1984-1986 átlaga/: igen gyenge ellátottságnál 79 kg-ot, igen jónaál pedig 85 kg-ot; a kukoricánaál /1985-1986 átlaga/ az említett kategóriánaál 80, ill. 95 kg  $P_2O_5$ -ot használtak fel hektáronként. Ez a gyakorlat az utóbbi kategóriák esetén nem kívánatos, mert nem alapoz a talaj P-készletére és így emelkedhet az igen jó ellátottságú területek aránya is. A műtrágyázási tartamkísérletek egyik fontos funkciója lehet a talaj felvehető tápanyag határértékeinek a kalibrálása, a műtrágyázás hatékonyságának a talaj P-tartalmától is függő meghatározása.

### Anyag és módszer

A fentiekben megfogalmazott kérdésekre a Keszthelyi Agrártudományi Egyetem által koordinált országos műtrágyázási tartamkísérletek /OMTK/ eredményei alapján keressük a választ. Az 1967-1968-as években indított kísérletek közül 10 termőhely talajainak AL-oldható P-tartalmát és 1985-1986 évi őszi búza A és B forgóban kapott termésadatait dolgoztuk fel. Eltérő ökológiai klimatikus tájban fekvő talajok közül hét savanyú barna erdőtalaj vagy réti csernozjom talaj, három pedig meszes csernozjom vagy öntés talaj /1. táblázat/. A kísérleti helyek talajainak részletes jellemzését LÁNG /1979/ tanulmányában találjuk meg. Az OMTK-kísérletek az alábbi intézmények kivitelezésében folytak:

Keszthely: ATE Növénytermesztési Tanszék /KOVÁTS ANDRÁS/;

Mosonmagyaróvár: ATE Növénytermesztési Tanszék /KESMÁRKI ISTVÁN/;

Hajdúbószörmény: DATE Növénytermesztési Tanszék /SÁRVÁRI MIHÁLY/;

Karcag: DATE Kutató Intézete /BLASKÓ LAJOS/;

Kompolt: GATE Kutató Intézete /HOLLÓ SÁNDOR/;

Putnok: GATE Kutató Intézete /KADLICKÓ BÉLA/;

Nagyhörceök: MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet /LÁSZTITY BORIVÓJ/;

Iregszemce és Bicsérd: Takarmánytermesztési Kutató Intézet /FODOR JÁNOS/.

A tartamkísérletek 1967-1968-ban két - egyaránt négy szakaszból álló - fokozatosan kiterített vetésforgóval indultak. A két forgó növényi sorrendje az alábbi:

A forgó: őszi búza - kukorica - kukorica - borsó;

B forgó: őszi búza - kukorica - kukorica - őszi búza.

Az alkalmazott műtrágyaadagok:

N = 50 kg N/ha/év-től 50 kg-os lépcsőben 250 kg/ha/évig;

$P_2O_5$  = 0 kg  $P_2O_5$ /ha/év-től 50 kg-os lépcsőben 200 kg/ha/évig;

$K_2O$  = 0-100 és 200 kg  $K_2O$ /ha/év.

Jelen munkánkban e kilenc kísérleti helyen folyó, helyenként 4-4 kísérlet /két A és két B forgó/ AL-oldható P-tartalmát és 17. évi /1985, illetve 1986/ őszi búza termésadatait dolgoztuk fel. /A búza előveteménye az A forgóban borsó, a B forgókban búza volt./

A talajvizsgálatokat a 16. évi termés betakarítás után /1984, illetve 1985/ augusztus második felében a tarlóból vett mintákból a Vas megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás TVG laboratóriuma végezte.

Munkánk során az értékelésekhez az alábbi adatokat számítottuk ki és használtuk fel:

- A kezelések talajának  $AL-P_2O_5$ -tartalma /ppm/ a szántott rétegben kg/ha-ban. Utóbbihoz a szántott réteg vastagságát 25 cm-nek, a talaj térfogatát pedig egységesen 1,3-nak vettük. /Ebből következően 10 ppm  $P_2O_5$ -tartalom ha-onként 32,5 kg  $P_2O_5$ -mennyiségnek felel meg./

- Az őszi búza szemtermése t/ha-ban.

- A kezelések talajának abszolút P-tartalmában a kísérlet beindítása óta bekövetkezett változások becsléséhez P-mérleget készítettünk. Ehhez kiszámítottuk a kezeléseknek 16 év alatt műtrágyában adott, valamint a termésekkel a talajból kivont összes  $P_2O_5$  mennyiségét. A kivont mennyiségeket a kísérletek 4. rotációjában /13.-16. évek/ termett tényleges termésmennyiségek és az alábbi átlagos fajlagos tápanyagtartalmak szorzatával számoltunk: búza 11, kukorica 13, borsó 17 kg  $P_2O_5$ /t szemtermés. Az így kapott adatokat használtuk fel a megelőző 12 év termésével kivont foszfor meghatározására is. Az első 3 rotáció termésadatái még nincsenek egységesen feldolgozva, ezért a P-mérleg becslésnek ill. előzetes számításnak tekinthető.

Minden parcellánként rendelkezésünkre álló mért vagy számított adatot kéttényezős variancia-analízissel értékeltünk. Az értékeléseket kísérletenként végeztük, de a további feldolgozásokhoz a helyenkénti 4-4 kísérlet átlagadatait használtuk fel. A P-műtrágyázás hatásainak vizsgálatához a kezelés-kombinációk közül egységesen az  $N_3K_1$  /150 kg N és 100 kg  $K_2O$ /ha/ kombinációjú kezelések eredményeit használtuk fel.

A kilenc kísérleti hely tíz talajának jellemzését az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A kiemelt kísérleti parcellák talajában végbement foszforforgalmi változásokat a 2. táblázat adatai szerint vizsgáltuk. A 2. táblázathoz hasonló számításokat valamennyi kísérleti helyen és kezelésben elvégeztük. A talajban szuperfoszfátból visszamaradt foszfor AL-oldattal kimutatható hányadát /f/ oly módon számítottuk ki, hogy a műtrágyázás következtében keletkezett  $AL-P_2O_5$ -többletet /e/ elosztottuk a talajba visszamaradt, a  $P_0$ -hoz viszonyított P-többlettel és megszoroztuk 100-zal. A 10 ppm változashoz szükséges szuperfoszfát-igény /g/ megállapításához a talajban visszamaradt többletműtrágya-hatóanyagot /d/ megszoroztuk 32,5-del /10 ppm-nek megfelelő talajban lévő  $P_2O_5$  kg/ha-ral/ és elosztottuk a  $P_0$ -hoz viszonyított többlet AL-foszforral /é/. A fontosabb adatokat a 3. és 4. táblázatok ismertetik.

### Az eredmények értékelése

#### *A P-műtrágyázás hatása a talajra*

Tartós P-műtrágyázás hatásának vizsgálata előtt célszerű megismerni azon számítások fontosabb eredményét, amelyek azt mutatják meg, hogy az ammóniumlaktát-oldat a felhasznált P-műtrágyának hányad részét volt képes kimutatni.

A számítások szerint ezen oldószer a szuperfoszfátban lévő kalcium-dihidrogén-foszfátból az intenzív lekötődése miatt, átlagosan mintegy 21 %-át adja vissza, savanyú kémhatású talajokban kisebb /15-19 %/, meszes talajokban nagyobb /21-28 %/ arányban. Érdemes megjegyezni, hogy évi 50 és 100, ill. 150 és 200 kg  $P_2O_5$ /ha közötti eltérések is csekélyek, vagyis a nagyobb adag hatására alig növekedtek. A vizsgálatok felhívják a figyelmet a szaktanácsadásban a módszertani problémákra, illetve a kioldószeres olyan irányú vizsgálatára, amivel a talajok P-szolgáltató képességére is utalni lehetne /BUZÁS, 1987/.

A 3. táblázat a 16 évi P-műtrágyázás hatását ismerteti a talajok  $AL-P_2O_5$ -tartalmára. A műtrágyaadag emelésével a tényleges P-tartalom a talajban jelentősen megemelkedett, noha, mint az előbbieken írtuk, csak mint-

1. táblázat  
A kísérletek talajainak jellemzése

/1/ Talaj típusa és a kísérlet helye	/2/ Termőhelyi kategória	pH/KCl/*	CaCO <sub>3</sub> %	/3/ K <sub>A</sub>	/4/ Humusz %	AL-K <sub>2</sub> O** ppm
a/ Csernozjom barna erdőtala /Kompolt/	I.	3,93	-	45	2,07	232
a/ Csernozjom barna erdőtala /Putnok A,B 18/	I.	4,59	-	42	1,70	207
b/ Agyagbemosódásos barna erdőtala /Putnok A,B 19/	II.	3,84	-	40	1,10	226
c/ Réti csernozjom /Karcag/	I.	4,69	-	46	2,47	297
a/ Csernozjom barna erdőtala /Bicsérd/	I.	5,34	-	40	1,72	228
d/ Ramann-féle barna erdőtala /Keszthely/	II.	5,91	-	39	1,28	170
e/ Réti tala /Hajduböszörmény/	III.	6,13	-	55	4,51	156
f/ Mészlepedékes csernozjom tala /Nagyhőrcsök/	I.	7,16	2,5	41	2,52	173
g/ Meszes dunai öntés tala /Mosonmagyaróvár/	IV.	7,25	25,4	40	1,55	112

\* A kontroll és N<sub>3</sub>K<sub>1</sub>-kezelések átlaga; \*\* a K<sub>1</sub>-kezelések átlaga

2. táblázat  
A talajok P-tartalmában bekövetkezett változásokkal kapcsolatos  
számítási példa /Hajduböszörmény/

/1/ Mutatók	P <sub>0</sub>	P <sub>100</sub>
a/ Terméssel kivont P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha /16 év/	1403	1562
b/ P <sub>0</sub> -hoz viszonyított kivont többlet	-	159
c/ Műtrágyával kiadott P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha /16 év/	-	1465
d/ Talajba visszamaradt /c-b/, kg/ha	-	1306
AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	29	107
AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha/25 cm	94	348
e/ P <sub>0</sub> -hoz viszonyított többlet, kg/ha	-	254
f/ A visszamaradtból AL-tal kimutatható, %	-	19,4
g/ 10 ppm változáshoz szükséges, kg/ha	-	167

egy egyötödét mértük vissza. Ennek ellenére ezzel a konvencionális oldószerrel is több talajon az ellátottsági határértékek jelentősen megváltoztak. A változás mértéke és aránya főleg a kémhatás /a pH, a karbonátosság/ függvénye, hiszen a kötöttség - a hajdúböszörményi talaj kivételével - közel azonos /39-46  $K_A$ -érték/. Savas kémhatású luma erdő- vagy réti talajokon a növekedés mértéke nagyobb, a közel azonos kontrollparcellák tartalmához /21-40 ppm/ mérten, mint a meszes talajokon.

3. táblázat  
16 évi P-műtrágyázás hatása a talaj AL- $P_2O_5$ -tartalmára, ppm  
/ $N_3K_1$  parcellákon - 4 kísérlet átlagában/

/1/ Kísérleti hely	/2/ Felhasznált P-műtrágya, kg $P_2O_5$ /ha/év					/3/ SzD <sub>5%</sub>
	0	50	100	150	200	
1. Hajdúböszörmény	ppm 29 % 100	53 183	107 369	170 617	240 827	13 43
2. Kompolt	ppm 25 % 100	64 256	100 400	159 636	215 860	6 24
3. Putnok	ppm 21 % 100	41 190	83 395	120 571	157 748	7 33
4. Bicsérd	ppm 31 % 100	48 155	96 310	142 458	177 571	8 26
5. Karcag	ppm 26 % 100	45 173	81 312	119 458	154 592	11 42
6. Keszthely	ppm 40 % 100	76 190	94 235	133 332	152 380	17 42
7. Iregszemcse	ppm 98 % 100	131 134	181 185	261 266	304 310	12 12
8. Mosonmagyaróvár	ppm 114 % 100	164 144	204 179	280 246	313 275	13 11
9. Nagyhörcsök	ppm 63 % 100	102 162	164 260	264 419	375 595	10 16
a/ Savanyú talajok átlaga /1-6/	ppm 29 % 100	55 190	94 324	142 490	183 631	4 18
b/ Meszes talajok átlaga /7-9/	ppm 92 % 100	132 143	183 199	268 291	331 360	6 7

A felvehető /AL-oldható/ P-ellátottság megítélése szempontjából /módosított NAK irányelvek szerint/ a 16 éven át felhasznált 100-150-200 kg  $P_2O_5$ /ha adag hatására bekövetkezett határérték kategória változásokat a következő értékekhez lehet hasonlítani. A kísérleti temőhelyek átlagában a közepes, a megfelelő, a jó és a sok ppm alsó értékek a következők:  
1 %  $CaCO_3$ -tartalom, illetve 6,5 pH /KCl/ felett 136 - 176 - 218 - 268 ppm;  
1 %  $CaCO_3$ -tartalom, illetve 5,5 pH /KCl/ alatt 96 - 136 - 178 - 218 ppm.

A 3. táblázat adatait összevetve a jelenlegi hazai ideiglenes P-határértékekkel, kitűnik, hogy meszes talajokon az évi 100 kg/ha "megfelelő", a

150 kg/ha "jó", a 200 kg/ha "sok" ellátottsági szintre; karbonátmentes és savanyú talajokon ugyanez a mennyiség egy kategóriával alacsonyabban, vagyis, "közepes", "megfelelő", ill. "jó" szintre való emeléshez volt elegendő.

A talaj P-tartalmában bekövetkezett változásokat a termésekkel kivont foszfor kevéssé befolyásolta. Zömében becslésre alapozott számításaink szerint a műtrágyából eredő kivont foszfor mindössze 7,5-10 % volt. Az évente

#### 4. táblázat

A talajok AL-oldható  $P_2O_5$ -tartalmának 10 ppm-mel való emeléséhez szükséges P-műtrágya hatóanyag-mennyiség, kg  $P_2O_5$ /ha

/1/ Kísérleti hely	/2/ 16 év alatt felhasznált szuperfoszfát- hatóanyag /kg $P_2O_5$ /ha/ /kísérleti he- lyek átlaga/				/3/ Átlag
	730	1460	2200	2930	
1. Hajduböszörmény	244	167	134	130	169
2. Kompolt	171	184	156	149	165
3. Putnok I.	311	228	202	204	236
4. Putnok II.	260	198	210	200	217
5. Bicsérd	359	204	186	191	235
6. Karcag	366	255	228	223	268
7. Keszthely	167	250	226	251	223
a/ Átlag /1-7/	268	212	192	192	216
8. Iregszemcse	200	167	129	139	159
9. Mosonmagyaróvár	147	157	129	143	144
10. Nagyhorcsök	124	112	95	86	104
b/ Átlag /8-10/	157	145	117	123	136

átlagosan kivont összes foszfor 81 kg  $P_2O_5$ /ha, melynek a terméstöbbletben megtalálható mennyisége 6-8 kg volt. A különbség módszer szerinti P-hasznosulás még a kisebb adagnál is alig érte el a 12-13 %-ot.

A fentiek ismeretében célszerűnek látszott kiszámítani azt a szuperfoszfát-hatóanyag mennyiséget, amely 10 ppm AL- $P_2O_5$ -emeléshez volt szükséges az egyes kísérleti helyeken /4. táblázat/. Ez a mennyiség savas kémhatású talajokon átlagosan 216 kg  $P_2O_5$ , meszes talajokon 136 kg  $P_2O_5$  hektáronként. Kitűnik a táblázatból, hogy kisebb adagok /50-100 kg/ha/ rendszeres alkalmazásakor a feltöltéshez többre, nagyobb adagoknál kevesebbre van szükség.

LÁNG /1979/ adatai nagyon hasonlóak a fentiekhez, mivel 9, ill. 10 évi P-feltöltés után megállapítja, hogy a kísérleti helyek átlagában ugyanilyen foszfáttartalom-növekedéshez 197 kg/ha, ezen belül a két meszes talajon /Nagyhorcsök, Iregszemcse/ kisebb /125 kg  $P_2O_5$ /ha/, a savanyú talajokon nagyobb /219 kg  $P_2O_5$ /ha/ adagra volt szükség.

#### A P-műtrágyázás hatása a termésre

A P-műtrágyázás hatását optimális NK-szinten, két év és két-két kísérlet öszi búza termése alapján értékeljük az 5. táblázatban. A termés és a terméstöbblet létrehozásában a talaj 16 év alatt kialakult P-ellátottsága és a 17.-18. években újból P-műtrágya együttesen vett részt. A talaj P-ellátottságának és P-műtrágyának együttes hatása a kísérletek átlagában  $P_{100}$  /közé-



5. táblázat  
P-műtrágyázás hatása az őszi búza szemtermésére 4 kísérlet  
/1985/1985-1985/1986/ átlagában /N<sub>3</sub>K<sub>1</sub> alapon/

/1/ Kísérleti hely		/2/ A talaj P-ellátottsága /1968-1984/ /3/ /4/ /5/ /6/ /7/					/9/ φ SzD <sub>5t</sub>	
		Igen gyenge	Gyenge	Köze- pes	Megfe- lelő	Jó		
		/8/ Felhasznált P-műtrágya, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha						
		0	50	100	150	200		
1. Hajdúboszörmény	t/ha %	3,29 100	4,09 124	4,16 126	4,21 128	4,31 131	2,53 -	0,46 14
2. Kompolt	t/ha %	4,95 100	5,76 116	6,08 125	6,19 125	6,29 127	3,56 -	0,20 4
3. Putnok	t/ha %	3,93 100	4,60 117	5,04 128	5,00 127	5,07 129	2,81 -	0,23 6
4. Bicsérd	t/ha %	3,55 100	3,98 112	4,32 122	4,81 135	4,92 139	2,54 -	0,42 12
5. Karcag	t/ha %	4,36 100	4,59 105	4,96 114	5,16 118	5,03 115	3,15 -	0,33 7
6. Keszthely	t/ha %	3,37 100	3,72 110	3,97 118	4,06 120	4,11 122	1,85 -	0,17 5
7. Iregszemcse	t/ha %	4,60 100	5,37 117	5,43 118	5,17 112	5,11 111	3,56 -	0,40 9
8. Mosonmagyaróvár	t/ha %	4,94 100	5,04 102	5,58 113	5,77 117	5,76 116	3,81 -	0,44 9
9. Nagyhorcsók	t/ha %	2,67 100	4,33 162	4,72 177	4,79 179	4,57 171	2,04 -	0,20 8
a/ P-hatás /1-8 átlaga/	t/ha %	4,12 100	4,64 113	4,94 120	5,05 122	5,08 123	2,98 -	0,11 3
b/ NPK-hatás	%	138	156	166	169	170	100	

pes/ szinten 20 %. Kimagasló P-hatást csak egy talajon - a meszes csernoz-  
jomon /Nagyhorcsók/ tapasztalunk. Az AL-P és a P-műtrágya hatások összeveté-  
séből az kítűnik, hogy egy kísérleti hely /Hajdúboszörmény/ kivételével va-  
lamennyi esetben az optimum P-hez közeli oldható foszfornak a "közepes" ha-  
tárértékek tekinthetők, melyek a MÉM NAK módosított határérték-táblázatában  
meszes talajokon 136-176 ppm-nek, savanyú talajokon 93-136 ppm közöttinek  
felelnek meg. Ezen tartamkísérletek termésadatai a komplex - talaj és mű-  
trágya - hatás miatt nem nyújtanak megbízható támaszt, az adott talaj opti-  
mális vagy elérendő P-ellátottságának megállapításához. Szükség van e ki-  
sérletekben a már elért P-ellátottsági szintek fokozatos kimerítésére, hogy  
konkrétabb információk legyen arról, hogy meddig csökkenhet a talaj P-tar-  
talma a termésbiztonság veszélyeztetése nélkül. A kalibrálás eredménye sem



nyújt biztonságos alapot az ellátottsági kategóriák megállapítására, hanem arról tájékoztat, hogy a talaj az illető tápelemmel el tudja-e látni a kísérletben használt növényt. Ehhez a különböző kémiai oldószerek, a biotest, a kis- és nagyparcellás műtrágyázási kísérletek egyaránt és egyidejűleg szükségesek. Ugyancsak hasznos információval szolgálhatnak az országos talajtápelem- /jelen esetben AL-P/ vizsgálatok talajonkénti adatbázisának elemzése, vagyis az eltérő P-értékeket mutató talajok területi eloszlásának ismerete is.

## Összefoglalás

A P-műtrágyázás talajra és az őszi búza termésére gyakorolt hatását kisparcellás tartamkísérletekben vizsgáltuk az ország néhány ökológiai táján. Az 1967-1968 években indított kísérletek közül tíz termőhely talajának /1984-ben, ill. 1985-ben vett minták/ AL-oldható P-tartalmát és az 1985-1986. évi őszi búza termésadatait dolgoztuk fel. A talajok közül hét savanyú barna erdőtalaj vagy réti csernozjom talaj és három meszes csernozjom vagy öntés talaj volt.

A kísérleti eredményekből megállapítottuk:

- Az AL-oldószer a felhasznált szuperfoszfát P-hatóanyagának mintegy 15-28 %-át méri vissza.

- Rendszeres P-műtrágyázás a kísérletekben 16 év alatt többszörösére emelte a talajok AL-P-tartalmát: savanyú talajokon átlagosan 100-ról  $P_0$ /630 %-ra  $P_{200}$ /, meszes talajokon 100-ról 360 %-ra.

- A talajok felvehető P-tartalmának 10  $AL-P_2O_5$ / ppm-mel való emeléséhez savanyú talajokon átlagosan 216, meszes talajokon 136 kg műtrágya-hatóanyagra  $P_2O_5$ / volt szükség.

- A talajok megváltozott P-ellátottságának és az újból adott P-műtrágyának együttes hatása a szemtermésre a kísérletek átlagában 100 kg  $P_2O_5$ , illetve közepes ellátottság szinten 20 % volt.

- Az egységes OTK őszi búza-kísérletek termés- és talajvizsgálati adatainak kapcsolatából még nem lehet megbízhatóan megállapítani az adott talaj optimális vagy elérendő AL-P-ellátottságát.

## Irodalom

- BARANYAI F., FEKETE A. és KOVÁCS I., 1987. A magyarországi talajtápanyagvizsgálatok eredményei. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- BUZÁS I., 1987. Bevezetés a gyakorlati agrokémiába. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- COOKE, G. W., 1985. Phosphorus and potassium problems in plant production and how to solve them. In: Fight against hunger through improved plant nutrition. Proc. 9th World Fertilizer Congress, CIEC, June, 1984, Budapest. Vol. 1. 194-220. Goltze-Druck, Goettingen.
- CSERNI I., 1983. A talaj AL-oldható foszfortartalmának alakulása évenkénti és feltöltő műtrágyázás esetén lepelhomoktalajon. Agrokémia és Talajtan. 32. 97-119.
- DEBRECZENI B., 1984. A foszfortápanyagellátás kérdései. Tudomány és Mezőgazdaság. /6/. 36-41.
- DEBRECZENI B., 1988. A magyar mezőgazdaság NPK mérlege. Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle. /2-3/. 150-154.
- FÜLEKY Gy., 1983. Fontosabb hazai talajtípusok foszforállapota. Agrokémia és Talajtan. 32. 7-30.

- FÜLEKY Gy. és THAMM F-NÉ, 1980. A jelenleg használt foszforvizsgálati módszerek értékelése, különös tekintettel az AL-módszer hazai alkalmazhatóságára. In: Az intenzív műtrágyázás hatása a talaj termékenységére. Ankét. 152-172. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest.
- KÁDÁR I., 1987. Földművelésünk ásványi tápanyagforgalmáról. Növénytermelés. 36. 517-526.
- KÁDÁR I., CSATHÓ P. és SARKADI J., 1984. A szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata Őszibúza-monokulturában. I. Talajvizsgálati és szemtermés-eredmények. Agrokémia és Talajtan. 33. 375-390.
- LÁNG G., 1979. Ammóniumlaktát oldható foszfát mennyiség változása rendszeres műtrágyázás hatására különböző talajokon. Agrokémia és Talajtan. 28. 417-430.
- SARKADI J., 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- SARKADI J., THAMM F-NÉ és PUSZTAI A., 1987. A talaj P-ellátottságának megítélése a korrigált AL-P segítségével. Melioráció- Öntözés és Tápanyag-gazdálkodás. /2/ 66-71. AGROINFORM. Budapest.
- Új műtrágyázási irányelvek, 1987. MFM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.

*Érkezett: 1988. április 26.*

# Effect of Phosphorus Fertilization on the Soil and on Winter Wheat Yields

B. DEBRECZENI and M. DVORACEK

Keszthely Agricultural University /Hungary/

## Summary

The effect of phosphorus fertilization on the soil and on the yield of winter wheat was studied in a small-plot long-term experiment set up in several ecological regions of Hungary in 1967-1968. Data on the AL-soluble P contents of soil samples taken in 1984 and 1985 from 10 growing sites, and on the winter wheat yields obtained in 1985-1986 were processed in the examination. Seven of the soils were acidic brown forest soils or meadow chernozem soils, while three were calcareous chernozems or alluvial soils. The following conclusions can be drawn from the experimental results:

- The ammonium lactate /AL/ solvent provides a measure of some 15-28 % of the P active agent in the superphosphate applied.

- Over the course of 16 years, the regular P fertilization carried out in the experiments raised the AL-P contents of the soils to a multiple of the original values: from 100 % / $P_0$ / to 630 % / $P_{200}$ / on acidic soils and from 100 % to 360 % on calcareous soils.

- In order to increase the available P content of the soils by 10 /AL- $P_2O_5$ / ppm, an average of 216 kg fertilizer active agent was required on acidic soils and 136 kg on calcareous soils.

- In the case of 100 kg  $P_2O_5$  dose, or on a medium level of P-supply, the combined effect of the modified P supply of the soils and new rates of P fertilizer amounted to 20 % on the average of the experiments.

- The co-relations found between yield and soil analytical data in the uniform national winter wheat trials are not sufficient to give a reliable indication of the optimum or attainable AL-P supplies for the given soil.

*Table 1.* Characteristics of the experimental soils. /1/ Soil type and experimental site. a/ Chernozem brown forest soil /Kompolt/; b/ Brown forest soil with clay illuviation /Putnok A, B 19/; Meadow chernozem /Karcag/; d/ Ramann brown forest soil /Keszthely/; e/ Meadow soil /Hajdúböszörmény/; f/ Chernozem soil with mycelia of lime /Nagyhőrcsök/; g/ Calcareous Danubian alluvial soil /Mosonmagyaróvár/. /2/ Growing site category. /3/ Upper limit of plasticity according to Arany. /4/ Humus, %. \* Average of the control and  $N_3K_1$  treatments; \*\* Average of  $K_1$  treatments.

*Table 2.* Example for the calculation of changes occurring in the P contents of the soils /Hajdúböszörmény/. /1/ Indices. a/  $P_2O_5$  removed with the yield, kg/ha /16 years/; b/ Surplus extracted compared to  $P_0$ ; c/  $P_2O_5$  distributed as fertilizer, kg/ha /16 years/; d/ Retained in the soil /c-b/, kg/ha; e/ Surplus compared with  $P_0$ , kg/ha; f/ Proportion of that retained in the soil which can be demonstrated with AL, %; g/ Quantity required for a change of 10 ppm, kg/ha.

*Table 3.* Effect of 16 years of P fertilization on the AL- $P_2O_5$  content of the soil, ppm /on  $N_3K_1$  plots, averaged over 4 experiments/. /1/ Experimental site. a/ Average for acidic soils /1-6/; b/ Average for calcareous soils /7-9/. /2/ P fertilizer applied, kg  $P_2O_5$ /ha/year. /3/  $LSD_{5\%}$ .

*Table 4.* Quantity of P fertilizer active agent required to raise the AL-soluble  $P_2O_5$  content of the soils by 10 ppm, kg  $P_2O_5$ /ha. /1/ Experimental site. a/ Average /1-7/; b/ Average /8-10/. /2/ Quantity of superphosphate active agent utilized over 16 years /kg  $P_2O_5$ /ha/ /averaged over experimental sites/. /3/ Average.

*Table 5.* Effect of P fertilization on the grain yield of winter wheat over the average of 4 experiments /1984/1985 - 1985/1986/ /on a  $N_3K_1$  basis/.  
/1/ Experimental site. a/ P effect /average of 1-8/; b/ NPK effect. /2/ P supplies in the soil /1968-1984/. /3/ Very poor. /4/ Poor. /5/ Medium. /6/ Satisfactory. /7/ Good. /8/ Quantity of P fertilizer applied, kg  $P_2O_5$ /ha. /9/  $LSD_{5\%}$ .